



PRIMER CURSO INTERNACIONAL EN TECNOLOGIA DE SEMILLAS
DE CULTIVOS DE LA ZONA ANDINA

INIAP - PNS - FAO/NORUEGA

14-26 NOVIEMBRE 1983

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"

QUITO - ECUADOR

PRIMER CURSO FAO/NORUEGA SOBRE TECNOLOGIA DE SEMILLAS
DE LA ZONA ANDINA

ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA - INIAP

ORGANIZACION Y COORDINACION

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
PROGRAMA NACIONAL DE SEMILLAS
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA
AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

ING.AGR. M.Sc. FABIO POINANTA
DIRECTOR INTERNACIONAL

ING.AGR. M.Sc. JULIO CABRERA ORTIZ
DIRECTOR NACIONAL

ING.AGR. M.Sc. DANILO SANCHEZ CH.
COORDINADOR

ING.AGR. M.Sc. MARCELO SARMIENTO D.
COORDINADOR

QUITO, 14 - 25 DE NOVIEMBRE, 1983

ECUADOR

FITOTECNIA DE PLANTAS AUTOGAMAS ^{1/}

Jaime Tola Cevallos ^{2/}

La humanidad es absolutamente dependiente de las plantas para su alimentación y sobrevivencia. Solo el 2% de recursos alimenticios proviene del mar y el 98% proviene directa o indirectamente (carne, huevos, leche, etc.) del mundo vegetal. Las plantas son también la principal fuente de ropa, combustible, drogas y materiales de construcción.

El mejoramiento de plantas ha contribuido directamente para aliviar nuestras necesidades de alimentación, abrigo, vivienda, conservación, ambiente, etc. Ejemplo de ello en los pasados 45 años son: el incremento del 30% de rendimiento con híbridos de maíz, 50% en avena, 40% en trigo y arroz. En Ecuador, los rendimientos de papa se han triplicado, trigo se ha duplicado, cebada se ha casi triplicado. La combinación de manejo y mejoramiento genético, ha cambiado el hecho de que la vegetación nativa podría tan solo alimentar menos del 5% de la población actual.

El mejoramiento de plantas ha sido definido como el Arte y la Ciencia de mejorar la capacidad genética de las plantas en relación con su ambiente y su uso económico. Anterior al descubrimiento de las leyes de Mendel, el mejoramiento fue excusivamente un Arte basado en la selección. Selección es un asunto vital en el mejoramiento, es un proceso continuo de decisiones basadas en el conocimiento de un cultivo, la realidad nacional de tal cultivo y su proyección en el mercado internacional. El proceso de decisiones, comienza desde la selección de una planta hasta la liberación de una variedad comercial.

Las primeras selecciones de plantas fueron basadas exclusivamente en la capacidad de observación de los mejoradores, con un desconocimiento de las leyes que gobiernan la genética de las plantas. Tan solo podía esperarse un escogitamiento en base a características, tales como: tipo de grano, fruto o tubérculo, tamaño, color, prevalencia de la planta a catástrofes naturales, etc.

En la actualidad, valores de heredabilidad, medidas de variación, parámetros de estabilidad, tienen tanto o mayor valor que las características observables. Los objetivos básicos del mejoramiento no han cambiado:

1. Resistencia a enfermedades y plagas
2. Rendimiento
3. Estabilidad
4. Calidad
5. Otros (adaptabilidad en áreas marginales, resistencia a sequía, etc).

^{1/} Trabajo presentado en el Primer Curso FAO/Noruega en Tecnología de Semillas de Cultivos de la Zona Andina. Quito, Ecuador.

^{2/} Ing. Agr. Ph. D. Jefe Programa de Cereales. Estación Experimental Santa Catalina-INIAP. Apartado 340. Quito, Ecuador.

Para ello es necesario mejorar la eficiencia fisiológica de las plantas, modificar su estructura para un mejor aprovechamiento de los componentes básicos de la producción de un cultivo.

La fuente del mejoramiento es la variación genética; no puede haber selección cuando no hay variación, si todas las plantas de una especie fueron iguales, las diferencias de producción entre ellas serían solo ambientales. Hay por tanto, dos fuentes de variación: ambiental y genética; la primera, no es heredable, no es transmisible, una vez que desaparecen los factores favorables del ambiente desaparecen también tales efectos en las plantas.

La variación genética es el resultado de plantas que poseen diferentes caracteres genéticos, ello es observado si diferentes variedades son cultivadas bajo similares condiciones: Ejemplo, diferencias en color, en semilla, pubescencia de hoja o tallo, presencia o ausencia de barbas, tipo de endosperma, reacción a enfermedades, etc.

La variación puede ser de caracteres más complejos, no observables, pero sí medibles: Vigor, macollaje, altura, madurez, rendimiento, contenido de proteínas, de carbohidratos, etc.

¿Por qué se denomina variación genética? Porque son caracteres heredables, que se manifiestan en la progenie, aun cuando la expresión de los caracteres más complejos pueda variar en intensidad según la interacción con el medio ambiente. Los genes, entidades no abstractas, son los que regulan la expresión de los caracteres genéticos.

Detectados y analizados por Mendel, en su expresión mas no en su composición química (recordemos que un gen es una secuencia de nucleótidos conformados por los ácidos de la vida DNA-RNA, entrelazados por uniones de hidrógeno y unidos por cadenas fosfóricas y ellos son el origen, fuente y sobrevivencia de la vida: Unicelular, vegetal, animal y humana). Los genes se expresan en caracteres observables, medibles y la labor del mejoramiento es producir las mejores combinaciones genéticas, observar y medir su expresión en la planta, seleccionarla, mantenerla y multiplicarla.

La expresión del gene es el carácter, y si recordamos nuestra genética básica, un gen, mejor dicho un par de ellos, uno proviene del padre y otro de la madre, pueden gobernar la expresión de un carácter. Ejemplo: ausencia o presencia de barba en trigo o cebada, tipo enrame o arbustivo en fréjol; la resistencia a ciertas enfermedades como la roya de la gluma, del tallo, de la hoja, en cereales menores están gobernados por dos o tres pares de genes, a este tipo de herencia de caracteres gobernados por pocos genes que tienen evidente expresión se denomina herencia simple o cualitativa.

Pero, la mayor parte de los caracteres que interesan a la producción como: rendimiento, calidad, precocidad, adaptabilidad, están gobernados no por pocos pares de génicos, sino por 100 o más, siendo denominados caracteres de herencia compleja o cuantitativa. El carácter no puede ser reconocido por el mejorador y debe ser medido para observar su incremento. Estos caracteres, por su naturaleza génica, son los más afectados por el medio ambiente y de aquí la necesidad del mejorador para utilizar diseños estadísticos o metodologías específicas para cuantificar la interacción genotipo-ambiente y para separar la influencia ambiental, con el fin de seleccionar genotipos deseables.

He mencionado que un par de genes gobiernan la expresión de un carácter simple, un gen proviene del padre y otro de la madre, si padre y madre fueran iguales, el carácter no cambiaría, esto es si el padre es barbado y la madre también, la progenie será barbada y ESTO ES LO QUE OCURRE con plantas autógamas (trigo, cabada, avena, soya, fréjol, arveja, trébol, arroz, tomate, lino, tabaco, etc.), la planta es padre y madre al mismo tiempo, se fecunda a sí mismo y; salvo una eventual mutación, no se introduce un nuevo factor genético.

Si bien la clasificación de plantas autógamas o alógamas no siempre es fácil, pues algunas como el algodón pueden tener hasta 50% de polinización cruzada, se entiende que la autofecundación impone dos restricciones:

1. Prohíbe nueva combinación genética, y con ello la producción de nuevos y quizás, mejores genotipos.
2. Reduce el chance de mutación a una sola planta y/o a la progenie de la planta en la cual ocurre la mutación.

Esto no significa que las poblaciones de plantas autógamas son permanentemente estables y no sujetas a cambios. Habrá cambios según el tipo de presión de selección que le imponga el mejorador y a largo plazo y en ambientes aislados por la naturaleza.

Fuentes de variabilidad genética

- | | |
|------------------|-----------------------------|
| 1. Introducción | Poblaciones homocigóticas |
| | Poblaciones heterocigóticas |
| 2. Selección | |
| 3. Hibridización | |
| 4. Mutación | |

Hibridización

Con lo que respecta a hibridización, dos aspectos son los más importantes: selección de padres y manejo de las poblaciones segregantes.

La selección de padres debe hacerse en base a los objetivos que el mejorador tenga en mente: Debilidades específicas de las variedades en uso, que limitan la producción, simple y llanamente mejores rendimientos, estabilidad, incorporación de materiales a nuevas áreas de cultivo, algunas de ellas marginales, etc.

El manejo debe estar en base a la eficiencia de los métodos de selección y descarte, al personal y equipo de que se disponga y a los objetivos inmediatos o mediatos que se hayan planificado.

Decidido el proceso de hibridización, el mejorador debe conocer:

1. Naturaleza y límites de la variabilidad provocada en la segunda generación (F2), que es realmente la primera generación segregante.

2. El progreso que seguirá las poblaciones híbridas hacia la completa homocigosidad.
3. Ocurrencia y detección de las combinaciones génicas destacadas.

Debe conocer los factores que afectan la recombinación génica en la segunda generación (F2).

1. Número de genes (aproximadamente) envueltos en la cruza
2. Grado de ligamiento génico
3. Número de alelos de cada gen
4. Si la hay, diferencias estructuralés en los cromosomas de ciertos padres.

El objetivo de la hibridización, o sea la finalidad del cruzamiento en especies autógamas es el de producir variabilidad y dentro del producto de esa variación, acumular en un solo genotipo los genes deseables, los genes que en la correcta combinación no son encontrados en una sola variedad.

El problema mayor del mejoramiento por hibridización no es la selección de progenitores deseables o destacados, no es la labor mecánica de cruzamiento, es el saber manejar las poblaciones segregantes que se originan en un bloque de cruzamientos, y en la decisión a tomarse al seleccionar los individuos o plantas requeridas dentro de ese volumen de variación genética.

Los factores a considerarse en los progenitores, por ejemplo son: potencial de rendimiento, adaptación, reacción a enfermedades, control genético de los caracteres, facilidad de hibridación, etc., etc.

Veamos a continuación alternativas seguidas en el Programa de Cereales del INIAP, para el manejo y selección de materiales segregantes:

1. Selección de progenitores: variedades comerciales, estables, resistentes, precoces, líneas foráneas con características deseables específicas (resistencia y calidad, etc.)
2. Metodología de cruzamiento: cruza simples, triples, dobles.
 - a. $A \times B$
 - b. $(A \times B) \times C$
 - c. $(A \times B) \times (C \times D)$
3. Máxima variabilidad observable: segunda generación (F2)

Inicio de selección en base a caracteres fenotípicos y presiones de calidad (F2 - F6).

Métodos de selección

1. Selección de familias (Bulk y Masal)
2. Selección individual (Pedigree) dentro de cada familia

Métodos

Pedigree (Selección individual).
 Bulk (Mezcla de plantas o espigas seleccionadas dentro de cada familia).
 Masal (Mezcla de espigas o plantas seleccionadas entre familias).

Método Pedigree: Selección individual conservando records (tipo línea pura) hasta F5 - F6 - F7 --- pruebas preliminares de rendimiento.

Bulk: Manejo masivo familiar hasta F6, luego selecciones individuales --- pruebas preliminares de rendimiento.

Masal: Manejo masivo hasta F6 (presiones de altura y precocidad) --- Selección individual o mezclas --- pruebas preliminares de rendimiento.

----- Líneas puras (Homocigóticas)

Pruebas comparativas de rendimiento (incremento de semilla)

----- Pruebas regionales (adaptación y estabilidad) 3 ciclos (Incremento de semilla)

----- Decisión de lanzar la variedad (información, boletín, etc.)

Semilla de mejorador --- semilla básica, aceptación, comités, etc., etc.

Problemas particulares: Retrocruzamiento (hibridización)

Cruzas múltiples

Selección recurrente

Uso de macho esterilidad en progenitores

En conclusión el mejoramiento de plantas sigue siendo:

Arte: Experiencia, sentimiento, contacto del mejorador con la planta, selección.

Ciencia: Metodologías de acumulación génica e identificación de resultados (conocimientos estadísticos, diseños genéticos, etc.)